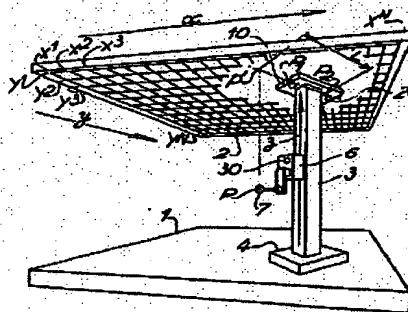


**Computer controlled three dimensional measuring table - has base and measuring grid moving in translation above it, also independently movable sensor column**

**Patent number:** CH074897  
**Publication date:** 1990-07-31  
**Inventor:** LENDI GEORGES  
**Applicant:** TESASA  
**Classification:**  
- **international:** G01B21/04  
- **europen:** G01B5/008; G01B21/04  
**Application number:** CH19880000073 19880111  
**Priority number(s):** CH19880000073 19880111

[Report a data error here](#)**Abstract of CH674897**

An equipment for taking three dimensional measurements comprises a base (1) (100), and a detecting grid (2) able to move in translation above it. A vertical column (3) is able to move independently of the table and detecting grid and carries a feeler (P) which can move vertically upon it. The grid (2) detects the position of the vertical column from reference points (p1) (p2) in its cap and a computer adds this information to data giving the position of the grid itself. The vertical coordinates is provided by sensors on the feeler (P). ADVANTAGE - Moving grid covering only small portion of base can be made more simply and cheaply than complete grids.



---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein  
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑬ FASCICULE DU BREVET A5



⑭ Numéro de la demande: 73/88

⑮ Titulaire(s):  
Tesa S.A., Renens VD

⑯ Date de dépôt: 11.01.1988

⑰ Inventeur(s):  
Lendi, Georges, Crissier

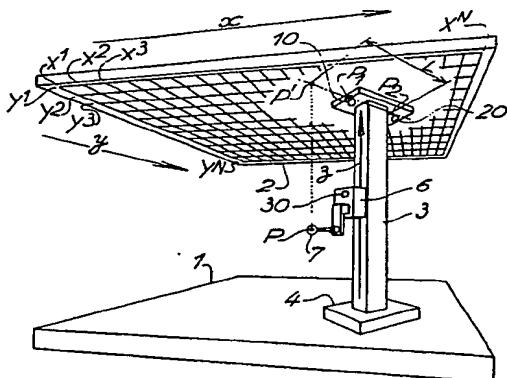
⑲ Brevet délivré le: 31.07.1990

⑳ Mandataire:  
A. Misrachi, Ecublens VD

㉑ Fascicule du brevet  
publié le: 31.07.1990

㉒ Appareil pour la mesure tridimensionnelle d'objets.

㉓ L'appareil comprend: une table (1) pour supporter un objet à mesurer, un dispositif de détection plan (2) de type réseau disposé parallèlement à la table au-dessus de celle-ci et définissant deux premiers axes de coordonnées (x, y), une colonne (3) déplaçable aléatoirement sur la table, porteuse d'une touche de mesure (7) mobile le long d'un troisième axe de coordonnées (z) perpendiculaire à la table, et à laquelle est associé un dispositif de détection linéaire (30) pour détecter la position du centre (P) de la touche sur ce troisième axe, deux organes de repérage ponctuel (10, 20) fixés à l'extrémité supérieure de la colonne (3) en regard du dispositif de détection plan (2), dont les coordonnées sont détectées par ce dernier, et définissant deux points (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>) dans l'alignement de la trace (P') du centre (P) de la touche (7), ces deux organes de repérage ponctuel étant sans contact avec le dispositif de détection plan (2).



**Description**

La présente invention a pour objet un appareil pour la mesure tridimensionnelle d'objets tels que par exemple des pièces mécaniques de turbines, de moteurs ou de machines-outils, selon trois axes référentiels de coordonnées rectangulaires x, y et z.

5 Cet appareil est d'un genre connu comprenant:

- une table plane pour supporter les objets à mesurer,
- un dispositif de détection plan de type réseau, parallèle à la table plane et comportant un réseau d'organes détecteurs orientés selon deux premiers axes référentiels de coordonnées rectangulaires de son plan, abscisses x et ordonnées y,
- une colonne mobile comportant une semelle d'appui plane reposant sur la table plane et susceptible d'être déplacée aléatoirement sur celle-ci,
- deux organes de repérage ponctuel associés à la colonne mobile, en positions fixes par rapport à celle-ci, espacés l'un de l'autre et définissant un segment de droite parallèle à la table plane, le réseau d'organes détecteurs étant sensible à des variations de position de chacun de ces deux organes de repérage ponctuel provoquées par les déplacements aléatoires de la colonne mobile pour détecter la position de chacun des deux points d'extrémité du segment de droite précité par référence aux deux premiers axes de coordonnées rectangulaires,
- une glissière rectiligne solidaire de la colonne mobile, perpendiculaire au plan de la table plane et définissant un troisième axe de coordonnées, hauteurs z, perpendiculaire aux deux premiers,
- un chariot déplaçable le long de la glissière rectiligne,
- un palpeur fixé au chariot et comportant une touche sphérique de diamètre donné en position déportée par rapport à la semelle d'appui de la colonne mobile et dont le centre constitue référence de mesure,
- un dispositif de détection linéaire associé à la glissière et au chariot et comportant un organe détecteur sensible aux déplacements du chariot pour détecter la position du centre de référence de la touche sphérique sur le troisième axe de coordonnées défini par cette glissière,
- un circuit transducteur de mesure relié au dispositif de détection plan et par ailleurs à l'organe détecteur du dispositif de détection linéaire et aux deux organes de repérage ponctuel de la colonne mobile, et une unité de calcul programmable reliée audit circuit, pour calculer les coordonnées, abscisse et ordonnée, du point de contact de la touche sphérique avec un objet à mesurer à partir des positions des deux organes de repérage ponctuels de la colonne mobile détectées par le dispositif de détection plan, de la donnée de la position relative de la projection orthogonale du centre de référence de la touche sphérique sur le dispositif de détection plan par rapport aux positions de ces deux organes de repérage ponctuels, et du diamètre de ladite touche sphérique, et pour calculer la hauteur z de ce même point de contact de la touche sphérique avec l'objet à mesurer à partir de la position de son centre de référence détectée par le dispositif de détection linéaire, et de son diamètre, selon un algorithme de calcul de programmation de l'unité de calcul.

Dans un appareil connu de ce genre, décrit dans la demande de brevet européen publiée sous le No 0216041, les deux organes de repérage ponctuels associés à la colonne mobile sont fixés à la semelle plane de celle-ci et le dispositif de détection plan de type réseau est intégré à la table plane destinée à supporter les objets à mesurer.

Par comparaison avec les appareils connus dans lesquels la touche de mesure est également déplacée par guidages rectilignes dans les directions des abscisses x et des ordonnées y, cet appareil présente, en plus des avantages relatifs à la suppression de ces guidages rectilignes, celui de permettre à l'opérateur de déplacer la colonne mobile à laquelle est associée la touche de mesure tout autour d'une pièce à mesurer.

Il est ainsi possible, sans devoir changer l'orientation ou la forme de la touche ni l'orientation de la pièce à mesurer, de palper dans quelques azimuts qu'ils soient tous ses éléments.

Et la mesure est rendue toujours possible du fait de la connaissance des coordonnées des deux organes de repérage ponctuels associés à la semelle de la colonne mobile et de l'orientation du segment de droite défini par ces deux organes dans le plan de ces coordonnées.

Dans l'agencement de cet appareil de mesure connu et du fait de l'inclusion du dispositif de détection plan du type réseau dans la table plane, la surface de cette dernière doit être rigoureusement plane et très dure afin d'assurer à la fois la précision de mesure requise et une bonne résistance aux frottements et impacts éventuels de la pièce à mesurer et de la semelle de la colonne de mesure pour ne pas être déteriorée par ces phénomènes. Cette surface est en fait celle d'une couche isolante d'un matériau de protection des électrodes sensibles du dispositif réseau qui doit être assez fine et d'homogénéité constante pour pouvoir assurer en tous points une constante dans les caractéristiques de transfert des signaux entre les électrodes du dispositif réseau et les deux organes de repérage ponctuel de la semelle de la colonne mobile. En outre, la surface du dispositif réseau et sa couche de protection doivent nécessairement couvrir toute la surface de travail de la table destinée à supporter une pièce à mesurer qui peut être de grandes dimensions, comme certains éléments de turbine, de moteur ou de machine-outils.

Ces conditions nécessaires à la précision, à la fiabilité et à la capacité de mesure de cet appareil connu constituent des contraintes que l'invention a pour but d'éviter tout en préservant ces critères de qualité.

A cet effet, l'appareil de mesure selon l'invention est caractérisé en ce que le dispositif de détection plan de type réseau est indépendant de la table plane et de la colonne mobile, disposé au-dessus du niveau supérieur de l'encombrement de cette dernière par rapport à la table plane, et présente une surface sensible au moins égale à une partie de la surface de travail de la table plane, et en ce que les deux organes de repérage ponctuel sont fixés à l'extrémité de la colonne mobile opposée à sa semelle et en regard du plan du dispositif de détection plan de type réseau, et sans contact avec celui-ci.

De la sorte, la surface du dispositif de détection plan de type réseau n'est plus soumise aux déplacements de la colonne mobile sur la table plane. La couche de matériau de protection qui compose cette surface n'a ainsi plus besoin de présenter des qualités de planéité absolue ni de résistance aux frottements et chocs éventuels; cette couche peut par conséquent être très fine, ce qui permet d'assurer sans difficultés une constante dans ses caractéristiques de transfert des signaux entre les éléments sensibles du dispositif réseau et les deux organes de repérage ponctuel de la colonne mobile.

En outre, et ce n'est pas là le moindre intérêt, il n'est plus indispensable que le dispositif de détection plan couvre toute la surface de travail de la table plane lorsque celle-ci est de grandes dimensions.

En effet, dans ce cas, la surface de ce dispositif réseau peut ne représenter qu'une partie de la surface de travail de la table plane et ce dispositif peut être monté mobile par translation dans son plan selon au moins la direction de l'un de ses deux axes référentiels de coordonnées rectangulaires, afin de pouvoir couvrir toute la surface de travail précitée par déplacements successifs, la valeur algébrique de ces déplacements étant prise en compte dans le calcul de la coordonnée de mesure correspondante.

Le dessin annexé représente, à titre d'exemples, deux formes d'exécution de l'objet de l'invention.

La figure 1 est une vue d'ensemble en perspective de la première forme d'exécution.

La figure 1 est une vue d'ensemble de la proposition. La figure 2 est un schéma géométrique illustrant le principe de la mesure effectuée.

La figure 3 est un schéma bloc du circuit de mesure.

La figure 3 est un schéma bloc du circuit de mesure. La figure 4 est une vue d'ensemble en perspective de la seconde forme d'exécution.

25 La figure 4 est une vue d'ensemble en perspective.  
L'appareil de mesure représenté figure 1 est composé globalement d'une table 1 destinée à supporter un objet à mesurer, d'une colonne mobile 3 à semelle 4 reposant sur la table 1 et destinée à être déplacée aléatoirement sur celle-ci, supportant un palpeur à touche de mesure sphérique 7 mobile verticalement par rapport à la semelle 4 et destinée à palper l'objet à mesurer, et d'un dispositif de détection 30 plan 2 de type réseau parallèle à la table plane 1, indépendant de celle-ci et de la colonne mobile 3.

Le dispositif de détection plan 2 est disposé au-dessus du niveau supérieur de l'encombrement de la colonne mobile 3 par rapport à la table plane 1; il est fixé sous une console 16 solidaire d'un montant 17 dont le pied est fixé à la table plane 1, l'ensemble de ces trois éléments formant ici une unité rigide.

Ce dispositif de détection plan 2, représenté schématiquement figure 2, peut être de tout genre connu, tel que par exemple le système électrostatique de coordonnées décrit dans la demande de brevet anglais publiée no 2 131 956 et représenté figure 1 et 2 de ce document, et dont le plan de détection est constitué par un réseau d'électrodes rectilignes  $X_1, X_2, \dots, X_N$  et  $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$  disposées parallèlement à deux axes référentiels de coordonnées rectangulaires, abscisses  $x$  et ordonnées  $y$ . La surface de ce dispositif est recouverte d'une fine couche isolante d'un matériau de protection des éléments sensibles qui la composent.

La colonne mobile 3 comporte une glissière rectiligne 5 perpendiculaire à la surface d'appui plane de sa semelle 4, c'est-à-dire en fait à la table plane 1, et un chariot 6 déplaçable le long de cette glissière sur lequel est fixé le palpeur à touche de mesure sphérique 7 en position déportée par rapport à la semelle d'appui 4. La glissière rectiligne 5 définit ainsi un troisième axe de coordonnées, hauteurs z, perpendiculaire aux deux premiers x et y.

Les déplacements du chariot 6, et donc du palpeur à touche sphérique 7 qui lui est associé, le long de ce troisième axe de coordonnées z, sont détectés par un dispositif de détection linéaire par exemple opto-électronique de type usuel, composé d'une règle graduée en verre 8 fixée à la glissière 5 et d'un capteur opto-électronique 30 constituant l'organe sensible de ce dispositif fixé au chariot 6.

Le chariot 6 est déplaçable le long de la glissière 5 par le moyen d'un volant de manœuvre 13 connecté à un dispositif de transmission, non visible sur le dessin, par exemple du type poulies-courroies, intégré à la colonne mobile 3.

55 A son extrémité supérieure opposée à sa semelle d'appui 4, la colonne mobile 3 comporte deux organes de repérage ponctuel 10 et 20, ici des électrodes ponctuelles, en positions fixes et espacés l'un de l'autre, fixés sur un chapeau 18 solidaire de la colonne mobile 3 en regard du plan du dispositif de détection plan 2 et sans contact avec celui-ci.

Ces deux organes de repérage ponctuel 10 et 20 définissent un segment de droite  $P_1P_2$  (fig. 2) parallèle au plan du dispositif de détection plan 2 et à la table plane 1. Les organes détecteurs de ce dispositif, qui sont ici les électrodes rectilignes  $X_N^1$  et  $Y_N^1$ , sont sensibles à des variations de position de chacun des deux organes de repérage ponctuel 10 et 20 provoquées par les déplacements aléatoires de la colonne mobile 3 sur la table plane 1, lors d'une opération de prise de mesure. Il est ainsi possible de dé-

CF tecter la position de chacun des deux points d'extrémité du segment de droite  $P_1P_2$  précise par le

rence aux deux premiers axes de coordonnées rectangulaires  $x$  et  $y$ , et par conséquent de déterminer les coordonnées  $x$  et  $y$  de la projection orthogonale ou trace  $P'$  du centre de référence  $P$  de la touche sphérique 7 sur le plan du dispositif de détection plan 2 par la relation géométrique liant cette trace  $P'$  au segment de droite  $\overline{P_1P_2}$  précité.

5 Dans l'exemple d'exécution représenté, cette trace  $P'$  est située dans le prolongement du segment de droite  $\overline{P_1P_2}$  à une distance  $L$  pré-déterminée de l'un de ces deux points, ici le point  $P_2$ , et cette distance  $L$ , significative du déport de la touche sphérique par rapport à la semelle d'appui 4, est prévue suffisante pour que cette dernière ne vienne pas buter contre l'objet à mesurer lors d'une opération de prise de mesure.

10 Dans le but de faciliter les déplacements de la colonne mobile 3 sur la table plane 1, un dispositif de sustentation à coussin d'air 14 de type usuel est intégré à la semelle d'appui plane 4.

15 Un boîtier 9 présentant un pupitre de commande 11 et un tableau d'affichage de valeurs de mesure 12 est fixé à la colonne mobile 3.

20 Dans le boîtier 9 sont installés les circuits usuels d'alimentation des organes sensibles des dispositifs de détection plan et linéaire, ainsi qu'un circuit transducteur de mesure 19 et une unité de calcul programmable 21, arrangés et reliés selon le schéma bloc de la figure 3.

25 Le circuit transducteur 19, qui est approprié de manière usuelle à la mise en forme et à la quantification des signaux produits par les organes sensibles des dispositifs de détection, est relié d'une part par un câble 15, visible également figure 1, aux organes sensibles  $X_N^1$  et  $Y_N^1$  du dispositif de détection plan de type réseau 2 et d'autre part aux deux organes de repérage ponctuel 10 et 20 ainsi qu'à l'organe sensible 30 du dispositif de détection linéaire associés à la colonne mobile 3. L'élément 40 ainsi que ses liaisons représentées en traits interrompus ne se rapportent pas à cette forme d'exécution mais à la seconde qui sera décrite plus loin.

30 L'unité de calcul programmable 21, qui peut être constituée par exemple par un micro-processeur de type usuel, est reliée d'une part au circuit transducteur 19 et d'autre part au pupitre de commande 11 et au tableau d'affichage de valeurs de mesure 12.

35 Lors d'une prise de mesure, la colonne mobile 3 est déplacée aléatoirement sur la table 1 et le chariot 6 est déplacé le long de la glissière 5 par l'opérateur jusqu'à mettre la touche sphérique 7 du palpeur en contact avec l'objet à mesurer, par exemple en un point initial de mesure dont on désire connaître les coordonnées  $x$ ,  $y$  et  $z$  par rapport à un zéro préalablement affiché par l'opérateur sur le tableau d'affichage 12 pour chacun de ces axes de coordonnées.

40 Une fois la colonne mobile 3 immobilisée sur la table 1 en position de contact de la touche sphérique 7 sur l'objet à mesurer, ici par relâchement de la pression d'air du dispositif de sustentation 14, et les circuits de mesurage enclenchés, le calcul des coordonnées de ce point de contact est effectué par l'unité de calcul de la manière suivante:

45 - Le calcul de l'abscisse  $x$  et de l'ordonnée  $y$  est effectué à partir des positions des deux points d'extrémité du segment de droite  $\overline{P_1P_2}$  matérialisés par les deux organes de repérage ponctuel 10 et 20, détectées par le dispositif de détection plan de type réseau 2, de la position relative connue de la trace  $P'$  du centre de référence  $P$  de la touche sphérique 7 par rapport à ces deux points qui est définie par la distance  $L$  déjà mentionnée, et du diamètre  $D$  de la touche sphérique 7.

50 Le calcul de la hauteur  $z$  est effectué à partir de la position du centre  $P$  de la touche par le dispositif de détection linéaire associé à la colonne mobile 3 et qui est ici fournie directement par le capteur opto-électronique 30 fixé au chariot 6, et du diamètre  $D$  de cette touche.

55 En ce qui concerne le calcul des coordonnées  $x$  et  $y$  du centre  $P$  de la touche sphérique, l'algorithme de programmation de l'unité de calcul 21 peut être établi à partir des formules mathématiques suivantes, données à titre purement indicatif: Données délivrées par le dispositif de détection plan 2:

60 - Position du point  $P_1$  (organe de repérage 10)  $\Rightarrow \overline{P_1} \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{pmatrix}$

65 - Position du point  $P_2$  (organe de repérage 20)  $\Rightarrow \overline{P_2} \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{pmatrix}$

70 Avec la position de la trace  $P'$  du centre  $P$  de la touche sphérique 7 et en prenant pour vecteur de direction normé le vecteur  $\overrightarrow{P_1P_2} = 1$  on obtient la relation:

5

$$\vec{e} \begin{pmatrix} eX \\ eY \end{pmatrix} = \frac{\vec{P}_2 - \vec{P}_1}{|\vec{P}_2 - \vec{P}_1|}$$

Et avec les valeurs précédentes  $X_1, Y_1$  et  $X_2, Y_2$  relatives aux positions détectées des organes de repérage ponctuel 10 et 20, on obtient ainsi les coordonnées  $x$  et  $y$  du point central de la bille:

10

$$\begin{aligned} x &= X_1 + eX.L \\ y &= Y_1 + eY.L \end{aligned}$$

Il est bien évident que, quelle que soit la position relative de la trace  $P'$  du centre de référence de la touche sphérique 7 par rapport au segment de droite  $\vec{P}_1\vec{P}_2$ , il est toujours possible d'effectuer le calcul de ses coordonnées  $x$  et  $y$ . Concrètement, ceci permet l'utilisation de palpeurs à touche sphérique de longueurs et d'orientations différentes par rapport à la semelle d'appui 4, à charge toutefois pour l'opérateur de changer chaque fois l'algorithme de programmation de l'unité de calcul.

20

Grâce au concept de l'invention, seule la table plane est sujette à d'éventuels frottements et chocs au cours des manipulations et déplacements de l'objet à mesurer et de la colonne mobile. Ceci fait que la surface sensible du dispositif de détection plan de type réseau n'a plus besoin d'être particulièrement dure ou plane. Cette surface sensible est en outre mieux protégée des risques de pollution par des poussières métalliques ou par des graisses ou huiles, du fait de sa position au-dessus de la zone occupée par l'objet à mesurer et influencée par les manipulations de celui-ci, et ceci est appréciable pour la fiabilité du dispositif de détection plan de type réseau.

25

Dans la technique de production de ce genre de dispositif de détection plan, il est nécessaire d'apporter d'autant plus de soins et de précisions que leur surface est grande. Il est clair que lorsque l'on doit mesurer des objets de grandes dimensions à l'aide d'un appareil de mesure du genre de celui cité en détails exposé, dans lequel ce dispositif est intégré à la table plane destinée à supporter de tels objets, il n'est pas possible d'éviter cette contrainte supplémentaire.

Et c'est là un autre avantage inhérent au concept de l'invention que de permettre d'éviter cette contrainte supplémentaire, comme il a déjà été énoncé et comme il va clairement ressortir de la seconde forme d'exécution de l'appareil de mesure représentée figure 4.

30

Dans cette seconde forme d'exécution, l'appareil de mesure est plus particulièrement approprié à la mesure tridimensionnelle d'objets de grande longueur.

La table 100 destinée à supporter de tels objets est ici rectangulaire et la surface sensible du dispositif de détection plan de type réseau 2 est étendue sur toute la largeur de cette table plane et sur une partie seulement de sa longueur, et le dispositif de détection plan 2 est monté mobile par translation dans la direction de cette longueur.

Pour obtenir cela, le dispositif de détection plan 2 est fixé sous une console mobile 160 montée coulissante sur une glissière 22 parallèle à la table plane 100 et étendue dans la direction de la longueur de celle-ci.

La glissière 22 est fixée par ses deux extrémités à deux montants 170 et 171 dont les pieds sont reliés à la table plane, l'ensemble de ces éléments formant une unité rigide.

Le dispositif de détection plan 2 est fixé sous la console 160 de manière à ce que l'un de ses deux axes référentiels de coordonnées, ici l'axe des abscisses  $x$ , soit parallèle à la glissière 22.

Les déplacements de la console mobile 160 le long de la glissière 22 sont commandés par le moyen d'un volant de manœuvre 23 connecté à un dispositif de transmission du genre pignon-crémaillère intégré à la glissière 22 et comportant un élément de blocage de position.

Ces déplacements, qui se font ainsi parallèlement à la direction de l'axe référentiel des abscisses  $x$  du dispositif de détection plan 2, sont détectés par un second dispositif de détection linéaire, ici également du type opto-électronique usuel et comprenant une règle graduée en verre 24 fixée à la glissière 22 et un capteur opto-électronique 40 constituant l'organe sensible de ce dispositif, fixé à la console mobile 160.

Les signaux de mesure en provenance des organes sensibles des dispositifs de détection sont ici traités comme dans la première forme d'exécution selon le schéma de la figure 3, avec en plus une liaison entre l'organe sensible 40 du second dispositif de détection linéaire et le transducteur de mesure 19, comme représenté en traits interrompus sur ce schéma.

L'unité de calcul 21 est ici programmée, en plus de ses fonctions déjà énoncées précédemment dans la description de la première forme d'exécution, pour pouvoir effectuer la somme algébrique des déplacements de la console mobile 160 le long de la glissière 22, donc dans la direction de l'axe des abscisses  $x$  du dispositif de détection plan 2, avec ceux de la colonne mobile 3, et donc de la touche de mesure 7, de même direction.

65

De la sorte, lors d'une prise de mesure d'un élément d'un objet à mesurer dont l'étendue dépasse le

5 champ capable du dispositif de détection plan 2 dans la direction de l'axe des abscisses x, l'opérateur, après avoir effectué l'initialisation de la mesure, par exemple sur un point de contact de la touche signifiant l'origine d'une cote de longueur à mesurer, déplace simultanément la colonne mobile 3 et la console mobile 160 jusqu'à pouvoir mettre la touche en contact avec un deuxième point signifiant l'extrémité de cette cote de longueur, en s'assurant qu'il n'y a pas perte de signal entre les deux organes de repérage ponctuel de la colonne mobile 3 et le dispositif de détection plan 2. A ce moment, l'opérateur immobilise la console mobile 160, la colonne mobile 3 et déclenche la prise de mesure.

10 A partir du concept de cette deuxième forme d'exécution, il est bien clair que l'on peut également prévoir une variante dans laquelle la console 160 est déplaçable non plus seulement dans une seule direction mais dans les deux, selon les axes référentiels de coordonnées x et y du dispositif de détection plan 2. Une variante de ce genre, non représentée par le dessin, est avantageuse pour la mesure tridimensionnelle de grandes pièces dont les deux dimensions en x et y sont nettement supérieures à celles qui peuvent être considérées comme limites acceptables des deux dimensions du dispositif de détection plan de type réseau.

15 Dans ce cas, il est possible par exemple de fixer la glissière 22 sur la traverse d'un portique dont les deux montants enjambent la table plane, ce portique étant par ailleurs prévu mobile par translation dans la direction de l'autre axe de coordonnées y du dispositif de détection plan 2.

20 Un troisième dispositif de détection linéaire peut alors être prévu et connecté au transducteur de mesure 19 pour pouvoir sommer les déplacements en y du portique et de la colonne mobile 3, de la même manière que pour les déplacements en x décrite précédemment dans la seconde forme d'exécution.

25 Le dispositif de sustentation par coussin d'air 14 de la semelle de la colonne mobile 3 n'est évidemment pas indispensable, mais il facilite le déplacement de cette colonne sur la table plane.

30 Le mode de fixation par console et montant du dispositif de détection plan 2 n'est évidemment pas limitatif et tout autre système de maintien peut être appliqué dans la mesure où il assure le parallélisme et l'écartement fixe entre son plan et celui de la table plane 1; ce dispositif peut être par exemple fixé à une paroi du local de mesure ou suspendu au plafond de celui-ci. Dans la première forme d'exécution, il est également possible de prévoir l'escamotage de ce dispositif de détection 2 du dessus de la table pour faciliter la mise en place d'une pièce à mesurer, par exemple par translation ou pivotement latéral dans son plan.

### 35 Revendications

1. Appareil pour la mesure tridimensionnelle d'objets selon trois axes référentiels de coordonnées rectangulaires (x, y, z) comprenant:
  - 35 – une table plane (1, 100) pour supporter les objets à mesurer,
  - un dispositif de détection plan du type réseau (2) parallèle à la table plane et comportant un réseau d'organes détecteurs ( $X_N^1, Y_N^1$ ) orientés selon deux premiers axes référentiels de coordonnées rectangulaires de son plan, abscisses x et ordonnées y,
  - 40 – une colonne mobile 3 comportant une semelle d'appui plane (4) reposant sur la table plane et susceptible d'être déplacée aléatoirement sur celle-ci,
  - deux organes de repérage ponctuel (10, 20) associés à la colonne mobile, en positions fixes par rapport à celle-ci, espacés l'un de l'autre et définissant un segment de droite  $(\bar{P}_1\bar{P}_2)$  parallèle à la table plane, le réseau d'organes détecteurs étant sensible à des variations de position de chacun de ces deux organes de repérage ponctuel provoquées par les déplacements aléatoires de la colonne mobile pour déterminer la position de chacun des deux points d'extrémité du segment de droite précité par référence aux deux premiers axes de coordonnées rectangulaires,
  - 45 – une glissière rectiligne (5) solidaire de la colonne mobile, perpendiculaire au plan de la table plane et définissant un troisième axe de coordonnées, hauteurs z, perpendiculaire aux deux premiers,
  - un chariot (6) déplaçable le long de la glissière rectiligne,
  - 50 – un palpeur fixé au chariot et comportant une touche sphérique (7) de diamètre donné (D) en position déportée par rapport à la semelle d'appui de la colonne mobile et dont le centre (P) constitue référence de mesure,
  - un dispositif de détection linéaire (30, 8) associé à la glissière et au chariot et comportant un organe détecteur (8) sensible aux déplacements du chariot pour déterminer la position du centre de référence (P) de la touche sphérique sur le troisième axe de coordonnées défini par cette glissière,
  - 55 – un circuit transducteur de mesure (19) relié au dispositif de détection plan (2) et par ailleurs à l'organe détecteur (30) du dispositif de détection linéaire et aux deux organes de repérage ponctuel (10, 20) de la colonne mobile, et une unité de calcul programmable (21) reliée au circuit, pour calculer les coordonnées, abscisse x et ordonnée y, du point de contact de la touche sphérique avec un objet à mesurer à partir des positions des deux organes de repérage ponctuels de la colonne mobile détectées par le dispositif de détection plan, de la donnée de la position relative de la projection orthogonale (P') du centre de référence (P) de la touche sphérique sur le dispositif de détection plan par rapport aux positions de ces deux organes de repérage ponctuels, et du diamètre (D) de ladite touche sphérique, et pour calculer la hauteur z de ce même point de contact de la touche sphérique avec l'objet à mesurer à partir de la position de

son centre de référence (P) détectée par le dispositif de détection linéaire et de son diamètre (D), selon un algorithme de calcul de programmation de l'unité de calcul, caractérisé en ce que le dispositif de détection plan de type réseau (2) est indépendant de la table plane et de la colonne mobile, disposé au-dessus du niveau supérieur de l'encombrement de cette dernière par rapport à la table plane, et présente une surface sensible au moins égale à une partie de la surface de travail de la table plane, et en ce que les deux organes de repérage ponctuel (10, 20) sont fixés à l'extrémité de la colonne mobile opposée à sa selle, en regard du plan du dispositif de détection plan de type réseau, et sans contact avec celui-ci.

5 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de détection plan de type réseau (2) est dans une position fixe par rapport à la table plane (1) et en ce que sa surface sensible est égale à la surface de travail de celle-ci.

10 3. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de détection plan de type réseau (2) est mobile par translation dans son plan selon au moins la direction de l'un de ses deux axes référentiels de coordonnées rectangulaires, et en ce que sa surface sensible est égale à une partie seulement de la surface de travail de la table plane (100).

15 4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que la table plane (100) est rectangulaire et en ce que la surface sensible du dispositif de détection plan de type réseau est étendue sur toute la largeur de cette table plane et sur une partie seulement de sa longueur, le dispositif de détection plan de type réseau étant mobile par translation dans la direction de cette longueur.

20 5. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un second dispositif de détection linéaire (24, 40), associé au dispositif de détection plan de type réseau, pour détecter les déplacements par translation de ce dernier, l'organe détecteur (40) de ce second dispositif de détection linéaire étant relié au circuit transducteur de mesure (19) et l'unité de calcul étant programmée pour pouvoir effectuer la somme algébrique desdits déplacements avec ceux de même direction de la touche de mesure (7) détectés par le dispositif de détection plan de type réseau.

25

30

35

40

45

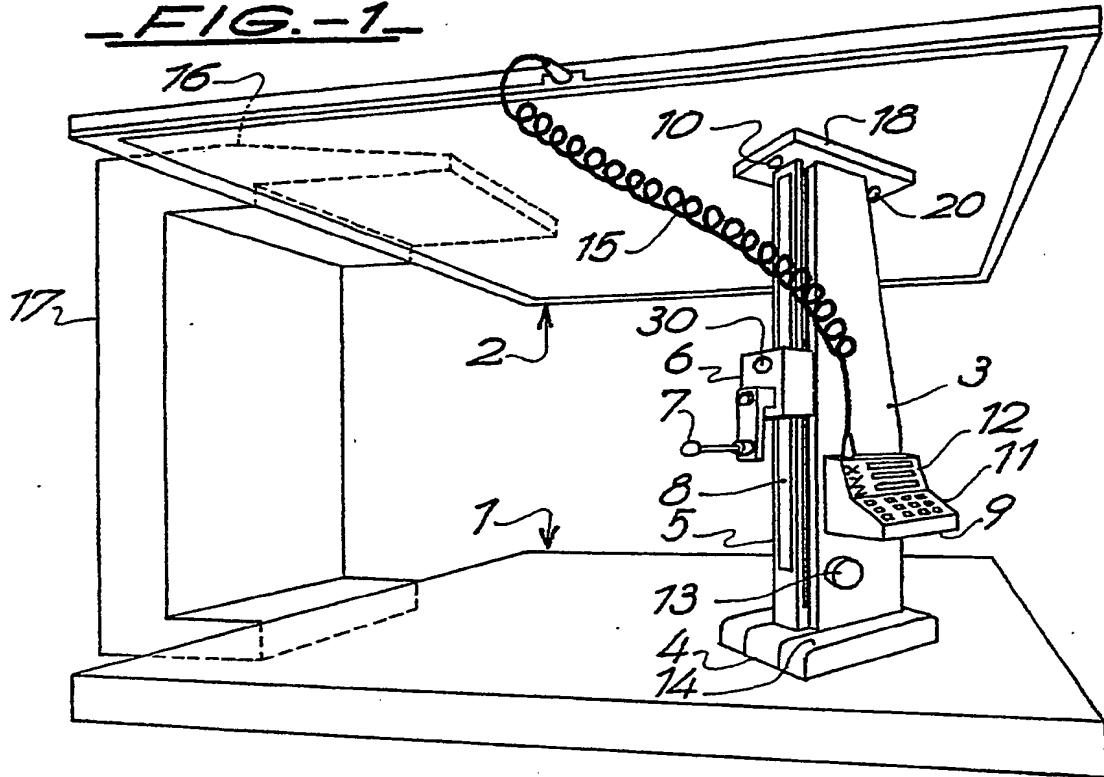
50

55

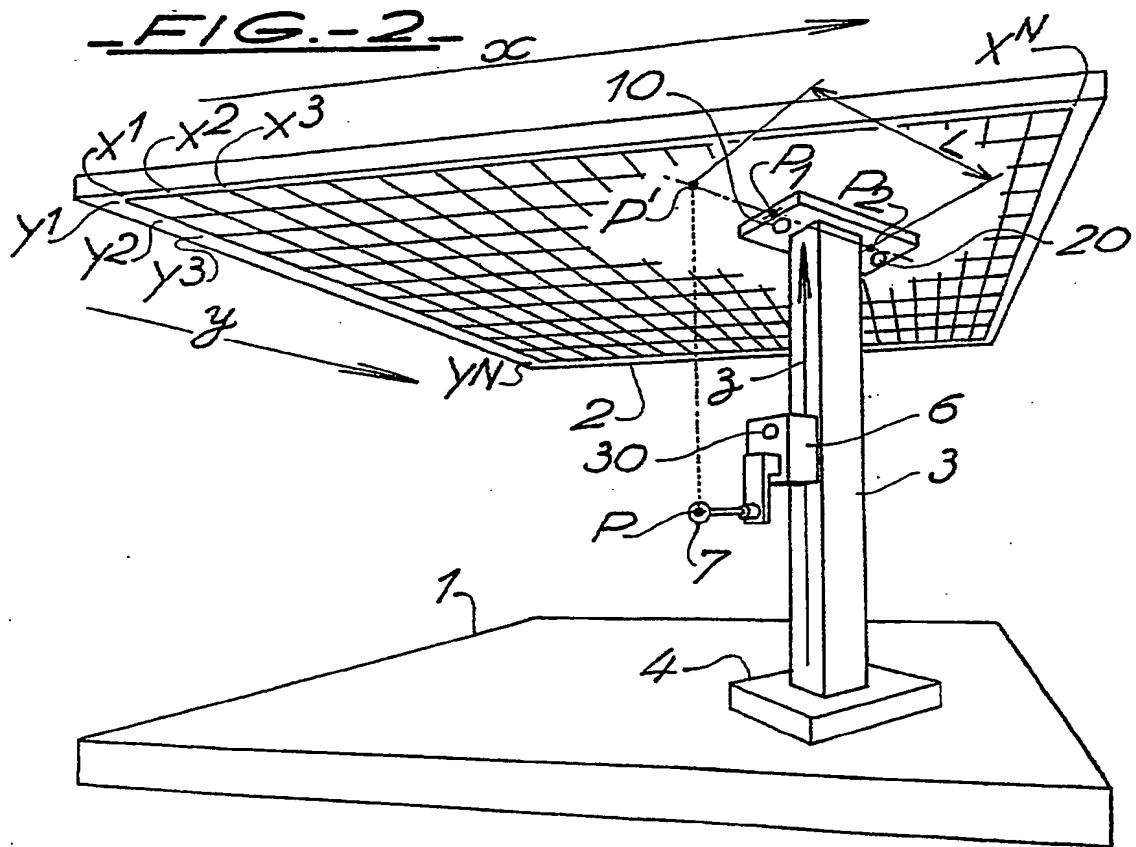
60

65

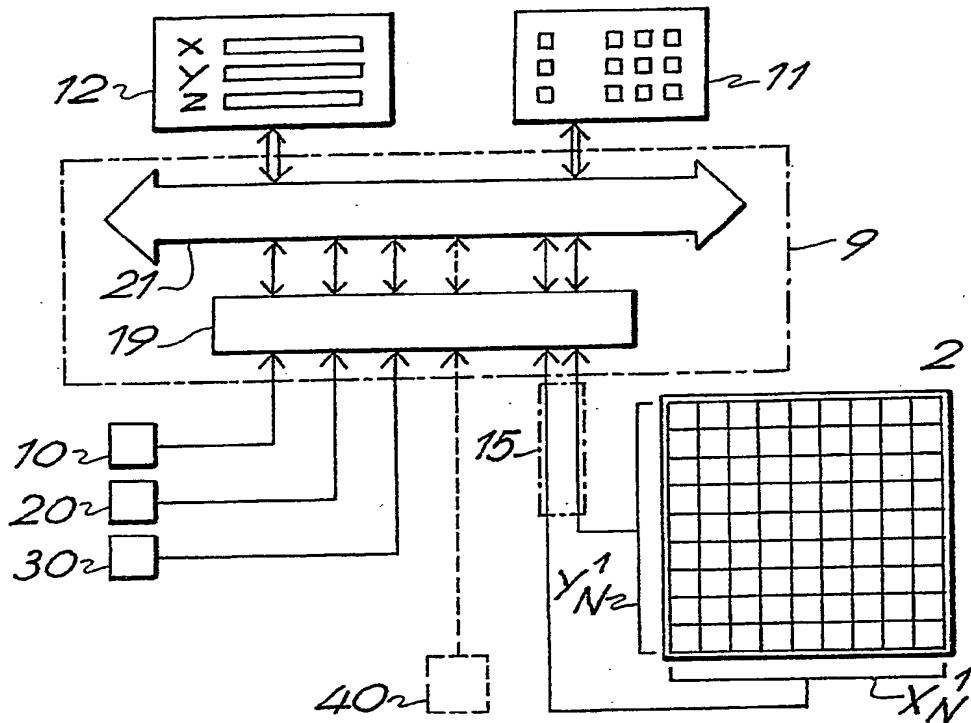
FIG. - 1 -



-FIG.-2- x



-FIG. -3-



-FIG. -4-

